LIFE OMEGA INFINITY

Compatibilità delle trasformazioni e continuità operativa nei sistemi dinamici

Pierernesto Di Paolo

Versione 1.0 — Preprint teorico

2026

Non è necessario stabilire cosa sia un sistema per osservare che alcuni continuano a esistere mentre altri cessano rapidamente. La differenza è osservabile prima di qualsiasi formalizzazione e non dipende dal linguaggio utilizzato per descriverla.

Configurazioni che appaiono equivalenti all'inizio possono divergere nel tempo. Una mantiene una traiettoria riconoscibile, l'altra la perde. Questa divergenza non si manifesta sempre in modo brusco e raramente è attribuibile a un singolo evento; emerge piuttosto lungo la sequenza delle trasformazioni.

Quando si tenta di descrivere questa differenza in termini generali, il linguaggio tende a perdere precisione. Concetti efficaci in un contesto diventano ambigui in un altro, e descrizioni valide a una certa scala smettono di esserlo a una scala diversa. Il risultato è una molteplicità di modelli locali che difficilmente convergono.

Una possibile risposta è accettare questa frammentazione. Un'altra consiste nel restringere il campo, cercando condizioni la cui rimozione produca effetti osservabili in modo ricorrente.

Questo approccio non parte da ciò che funziona, ma da ciò che smette di funzionare.

Alcune configurazioni perdono progressivamente la capacità di distinguere tra variazioni rilevanti e fluttuazioni irrilevanti; le risposte restano formalmente corrette ma diventano meno sensibili al contesto. In altri casi la distinzione è preservata, ma ciò che viene mantenuto nel tempo non è selezionato e si accumulano elementi non funzionali, con una conseguente perdita di reattività. Esistono anche configurazioni che si modificano continuamente senza mantenere continuità: ogni stato è coerente localmente, ma la sequenza non costituisce una traiettoria.

Questi fenomeni non derivano da un singolo errore isolato. Si manifestano quando trasformazioni che risultano funzionali se considerate separatamente entrano in conflitto quando coesistono.

Ridurre la variabilità interna può aumentare la stabilità apparente e rendere il comportamento più prevedibile nel breve periodo. Se la stessa direzione viene mantenuta senza correzioni, il sistema diventa progressivamente meno capace di integrare variazioni non previste; le differenze tra situazioni si attenuano e le risposte tendono a uniformarsi. Il risultato non è un malfunzionamento

immediato, ma una trasformazione più sottile: il sistema continua a operare, ma lo fa all'interno di uno spazio di possibilità sempre più ristretto.

In dinamiche lontane dall'equilibrio, la stabilità non coincide con la soppressione delle fluttuazioni. Le strutture descritte da Ilya Prigogine emergono dall'organizzazione delle variazioni. Nei sistemi regolativi, W. Ross Ashby ha mostrato che una riduzione eccessiva della varietà limita la capacità di risposta.

Un comportamento analogo può essere osservato in sistemi informazionali. In un modello generativo, l'introduzione di vincoli di regolarizzazione riduce la variabilità e aumenta la coerenza delle risposte; oltre una certa soglia, input differenti producono output sempre più simili. Il modello non fallisce in modo evidente, ma perde capacità di discriminazione. Riducendo tali vincoli, parte di questa capacità può riemergere, senza un ritorno completo allo stato iniziale. Questo esempio ha valore illustrativo.

In un sistema fisico, come uno strato fluido riscaldato dal basso, piccole differenze di temperatura vengono dissipate. Superata una soglia emergono strutture convettive persistenti; aumentando ulteriormente il gradiente, la coerenza si riduce e la dinamica diventa irregolare. In prossimità della soglia, l'ampiezza della struttura può essere descritta da una relazione del tipo

$$\mathbf{dA/dt = \mu A - \beta A^3,}$$

nella quale valori negativi del parametro μ sono associati al decadimento delle perturbazioni, mentre valori positivi corrispondono all'emergere di una configurazione organizzata. Questa rappresentazione è locale e non descrive le dinamiche più complesse che emergono oltre tale intervallo, ma consente di osservare una traiettoria che passa da dissipazione a organizzazione e poi a perdita progressiva di coerenza.

La continuità operativa di un sistema non viene meno necessariamente per la violazione isolata di una singola proprietà, ma quando le trasformazioni che lo modificano escono da un intervallo di compatibilità reciproca. Al di fuori di questo intervallo, la perdita può manifestarsi come collasso oppure come riduzione progressiva della capacità di differenziazione, una forma meno evidente ma altrettanto rilevante.

Configurazioni equivalenti in condizioni statiche possono divergere nel tempo a seconda della traiettoria che riescono a sostenere. Alcune trasformazioni restringono progressivamente lo spazio delle configurazioni future, mentre altre

mantengono aperta la possibilità di ulteriori trasformazioni senza perdita immediata di coerenza. La differenza tra queste direzioni di cambiamento diventa osservabile solo quando il sistema incontra variazioni che non può più integrare.

Il problema non riguarda quindi l'identificazione di condizioni fisse sufficienti, ma il riconoscimento dei limiti entro cui le trasformazioni restano compatibili lungo la traiettoria del sistema.

CONCLUSIONE

Il quadro proposto non intende fornire una teoria completa della persistenza, né stabilire un insieme definitivo di condizioni sufficienti. Il suo valore risiede nell'identificazione di un vincolo operativo: la continuità nel tempo dipende dalla compatibilità tra le trasformazioni che modificano il sistema.

Questa formulazione consente di distinguere tra due modalità di perdita spesso confuse. Da un lato il collasso evidente, in cui la struttura cessa di funzionare; dall'altro una riduzione progressiva della capacità di differenziazione, in cui il sistema continua a operare ma all'interno di uno spazio di possibilità sempre più ristretto.

Il framework resta aperto a verifica. La sua validità non è stabilita in modo definitivo, ma dipende dalla capacità di resistere a confronti con sistemi reali e a possibili controesempi. In questo senso, il lavoro costituisce una base teorica per successive indagini empiriche, non la loro sostituzione.

NOTA LEGALE E COPYRIGHT

Copyright © 2026 Pierernesto Di Paolo. Tutti i diritti riservati.

Il presente documento è pubblicato come preprint teorico e reso disponibile a fini di diffusione scientifica. L'autore mantiene la piena titolarità intellettuale del contenuto, inclusi struttura concettuale, formulazioni teoriche e impostazione metodologica.

È consentita la citazione parziale o totale del testo esclusivamente con esplicito riferimento all'autore e alla fonte originale. Qualsiasi utilizzo, riproduzione, distribuzione o adattamento del contenuto senza adeguata attribuzione è vietato.

Il lavoro è fornito "così com'è", senza garanzia esplicita o implicita circa l'accuratezza, la completezza o l'applicabilità dei contenuti. Le idee presentate hanno natura teorica e non costituiscono affermazioni empiricamente verificate, salvo diversa indicazione esplicita.

L'autore non assume responsabilità per eventuali interpretazioni, applicazioni o utilizzi derivati dal presente documento.